

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-190693
(P2001-190693A)

(43) 公開日 平成13年7月17日 (2001.7.17)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード* (参考)
A 6 1 N 1/04 1/30		A 6 1 N 1/04 1/30	4 C 0 5 3

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-7028 (P2000-7028)

(22) 出願日 平成12年1月14日 (2000.1.14)

(71) 出願人 000003964

日東電工株式会社

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号

(72) 発明者 金原 松郎

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内

(74) 代理人 100080791

弁理士 高島 一

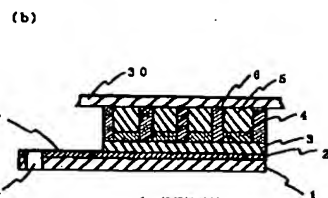
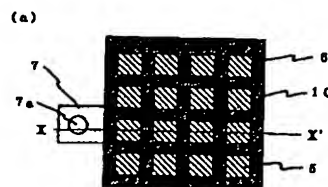
Fターム(参考) 4C053 BB05 BB21 BB32 HH02 HH04

(54) 【発明の名称】 電極構造体

(57) 【要約】

【課題】 通電の方式に係わらず、皮膚へ流れる電流の電流密度の均一化が図られて、通電刺激が低減し得、しかも、電源を含むイオントフォーシス装置の構成を簡素化し得る電極構造体を提供する。

【解決手段】 絶縁性基材1上に、低抵抗な第1導電層2及び皮膚抵抗の1/5倍～5倍の低抵抗値を有する高抵抗な第2導電層3がこの順に積層され、電極4上に電解質層5が配置されてなる要素10が、電極4を下層側に、前記第2導電層3上に隔壁6により互いに絶縁されて複数設けられてなる電極構造体。



1 絶縁性基材
2 第1導電層
3 第2導電層
4 電極
5 電解質層
6 隔壁
10 要素

【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁性基材上に低抵抗な第1導電層及び高抵抗な第2導電層がこの順に積層され、該高抵抗な第2導電層は皮膚抵抗の1/5倍～5倍の抵抗値を有するものであり、

銀含有層または銀・塩化銀含有層からなる電極上に電解質層が配置されてなる要素が、前記第2導電層上に、電極を下層側にし、隔壁により互いに絶縁されて複数設けられてなることを特徴とする電極構造体。

【請求項2】 第2導電層がカーボンブラック微粒子とバインダー樹脂とを含む組成物からなることを特徴とする請求項1記載の電極構造体。

【請求項3】 カーボンブラック微粒子が第2導電層の抵抗値を安定化し得る表面処理が施された変性カーボンブラック微粒子である請求項2記載の電極構造体。

【請求項4】 変性カーボンブラック微粒子がカーボンブラック微粒子の表面に重合体をグラフトさせたものである請求項3記載の電極構造体。

【請求項5】 各要素の電極は、円形若しくは多角形の外形形状を有し、かつ、その面積が1cm²未満の電極である請求項1記載の電極構造体。

【請求項6】 隔壁が、柔軟性の絶縁性材料からなる請求項1記載の電極構造体。

【請求項7】 隔壁が、各要素の電極の側面に密着し得る形状を有し、かつ、厚みが0.03mm以上、高さが1～10mmの成形物である請求項1または6記載の電極構造体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電極構造体に関し、詳しくは、イオントフォレーシスに用いられる電極構造体に関する。

【0002】

【従来の技術】イオントフォレーシスに用いられる電極構造体は、通常、絶縁性基材上に電極と電解質層を順次積層した構造を有している。多くの場合、電極は一枚の単板電極で、この単板電極上に電解質層が形成されている。

【0003】しかし、このような電極構造体の場合、生体に貼り付けた状態で通電すると、局部的に電流密度の高い部分ができ、火傷や皮膚組織の破壊が生じるという問題があった。特に、皮膚に傷がある場合は、その部分の抵抗値が低いために、電流が集中しやすく、この部分で火傷が生じやすい。

【0004】このような問題を解決するために、特公平2-35584号公報には、イオン移動性限定電離療法用生体電極において、注入すべきイオンを保持する装置が、皮膚又は組織の表面に対して全体的に平行の方向にイオンが移動しないように形成されたものが、また、特公平4-74030号公報には、イオントフォレーシス

に用いる電極用装置で、イオン性薬剤を内包するトランスミッターが分割されているものが、それぞれ提案されている。しかし、これらの装置では注入すべきイオンを保持する装置（イオン性薬剤を内包するトランスミッター）内では、電流の横方向（皮膚表面と平行な方向）への電流の流れは阻止されるが、電極が単板電極であるため、単板電極内での電流の横方向の流れが阻止され得ない。よって、生体の皮膚の皮膚抵抗の低い部分への電流の集中が依然として生じ、電流密度の均一化が十分に図れない。

【0005】また、特表平7-507951号公報には、イオン導入による薬剤送達装置とその回路において、複数の分割電極ごとに定電流回路を設けたものが提案されている（ここでの各分割電極は、電極と、イオン性薬剤を保持する装置とを含んでいる。）。しかし、この装置では各分割電極ごとに定電流回路を設けているため、通電の方式が制限され、また、装置構成が複雑となつて、コスト的にも問題がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記事情に鑑み、通電の方式に係わらず、皮膚へ流れる電流の電流密度の均一化が図られて、通電刺激が低減し得、しかも、電源を含むイオントフォレーシス装置の構成を簡素化し得る電極構造体を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記目的を達成すべく鋭意検討した結果、下記発明を完成した。即ち、本発明の構成は以下の通りである。

(1) 絶縁性基材上に低抵抗な第1導電層及び高抵抗な第2導電層がこの順に積層され、該高抵抗な第2導電層は皮膚抵抗の1/5倍～5倍の抵抗値を有するものであり、銀含有層または銀・塩化銀含有層からなる電極上に電解質層が配置されてなる要素が、前記第2導電層上に、電極を下層側にし、隔壁により互いに絶縁されて複数設けられてなることを特徴とする電極構造体。

(2) 第2導電層がカーボンブラック微粒子とバインダー樹脂とを含む組成物からなることを特徴とする上記

(1)記載の電極構造体。

(3) カーボンブラック微粒子が第2導電層の抵抗値を安定化し得る表面処理が施された変性カーボンブラック微粒子である上記(2)記載の電極構造体。

(4) 変性カーボンブラック微粒子がカーボンブラック微粒子の表面に重合体をグラフトさせたものである上記(3)記載の電極構造体。

(5) 各要素の電極は、円形若しくは多角形の外形形状を有し、かつ、その面積が1cm²未満の電極である上記(1)記載の電極構造体。

(6) 隔壁が、柔軟性の絶縁性材料からなる上記(1)記載の電極構造体。

(7) 隔壁が、各要素の電極の側面に密着し得る形状を

10

20

30

40

50

有し、かつ、厚みが0.03mm以上、高さが1~10mmの成形物である上記(1)または(6)記載の電極構造体。

【0008】

【作用】本発明の電極構造体では、電極上に電解質層が配置されてなる要素を複数有し、これら複数の要素が隔壁によって互いに絶縁されているので、電極間のみならず電解質層間も導通せず横方向への電流の拡散が確実に防止される。さらに、電源からの電流は皮膚抵抗の1/5倍~5倍の抵抗値を有する高抵抗な導電層(第2導電層)を通して各要素に流れるので、例えば、傷などの皮膚の抵抗の低い領域に接触する要素へ電流が集中的に流れようとしても、電流はかかる高抵抗な第2導電層によって制限される。従って、各要素にはそれが接触する部分の皮膚抵抗の大小に係わらず、略同一の電流密度で電流が流れることとなる。

【0009】また、本発明の電極構造体では絶縁性基材上に形成した低抵抗な導電層(第1導電層)を電源に接続して通電することにより、各要素に電流が流れるので、特表平7-507951号公報に記載された技術のように、各分割電極ごとに定電流回路(定電流源)を設ける必要がなく、イオントフォレーシス用の装置を簡素化できるとともに通電方式も制限されない。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の電極構造体を図面を用いて詳細に説明する。図1は本発明の電極構造体の一例を示し、図1(a)は平面図、図1(b)は図1(a)のX-X'線における断面図である。当該電極構造体は、絶縁性基材1の一方の面に低抵抗な第1導電層2及び高抵抗な第2導電層3をこの順に積層し、該第2導電層3上に、電極4上に電解質層5が配置されてなる要素10を16個、電極4を下層側として、マトリクス状に配設し、かつ、隣接する要素10を隔壁6で互いに絶縁した構成としている。ここでの16個の要素10は、従来の単板電極に電解質層を積層してなる電極構造体を16個に分割したものに相当する。すなわち、電極構造体の皮膚への接触面積を16個の要素の合計面積で実現している。

【0011】当該電極構造体は、第1導電層2を導電線等を介して電源に接続し、各要素10の電解質層5の表面を皮膚30に接触させて通電することにより使用される。絶縁性基材1と低抵抗な第1導電層2とにより形成された舌片7が構造体の側面から外側に突出しており、当該舌片7に貫通孔7aを設けてこれを導電線等との接続部としている。

【0012】第1導電層2は電源から印加される電流の電極構造体内への導入部、または、生体から電極構造体の各要素10へ流れる電流を集電する集電部となる層であり、そのシート抵抗値を通常10Ω/□以下にして良導電性を示すものとしている。

【0013】第1導電層2を通過した電流は、複数の要素10へ流れるが、そのうちの皮膚の抵抗が低い領域(例えば、傷など)に配置された要素に集中して流れようとする。高抵抗な第2導電層3は、この電流集中を阻止するために、電流制限用の抵抗層として介在させており、その抵抗値は1kΩ/cm²以上であって、皮膚抵抗の1/5倍~5倍の範囲に設定されており、十分な電流集中の阻止効果が得られるものとなっている。当該第2導電層3の抵抗値が皮膚抵抗の1/5倍より小さければ、電流集中を阻止し得る効果が不十分となり、皮膚抵抗の5倍より大きければ、イオントフォレーシスに必要な電流を得るために過大な電圧が必要となる。

【0014】本発明において、絶縁性基材1に使用される材料としては、絶縁性を有する材料であれば特に制限されない。具体的には、ポリイミド、ポリエチレンテレフタレート、ポリプロピレン、ポリアミド等が例示され、耐熱性、耐湿性および寸法安定性の点から、ポリイミド、ポリエチレンテレフタレートが好適に使用される。また、絶縁性基材1の形態はシート状或いはフィルム状の形態とするのが一般的である。

【0015】低抵抗な第1導電層2は、例えば、銀箔、アルミ箔等の金属箔や、金属粉またはカーボン微粒子とバインダー樹脂を含有する導電塗料(導電ペースト)の塗膜等によって構成される。ここでの金属粉としては、銀粉、銅粉カーボン粉等が挙げられ、バインダー樹脂としては、例えば、フェノール樹脂、ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、アクリル樹脂等が挙げられる。銀塗料の具体例としては例えば藤倉化成(株)製ドータイトFA-353が挙げられ、カーボン塗料の具体例としては例えば藤倉化成(株)製ドータイトFC-415、(株)タムラ製作所製カーボン導電塗料MRX-713J等が挙げられる。当該第1導電層の厚みは、通常5~30μm程度、好ましくは10~15μm程度である。

【0016】高抵抗な第2導電層3は、例えば、絶縁性塗料(絶縁ペースト)に抵抗調整用の導電性微粒子を分散させて抵抗値を上記範囲に調整した塗膜等で構成される。絶縁性塗料のバインダー樹脂としては、例えば、フェノール樹脂、ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、アクリル樹脂等が挙げられる。絶縁性塗料の具体例としては例えば藤倉化成(株)製XB-101G等が挙げられる。抵抗調整用の導電性微粒子としてはカーボンブラック微粒子が好ましく、特に好ましくは層の抵抗値を安定化し得る表面処理が施された変性カーボンブラック微粒子が好ましい。かかる表面処理とは、バインダー樹脂中でのカーボンブラックの分散性を向上させる処理であり、例えば、カーボンブラック微粒子の粒子表面に、当該粒子表面に存在する若しくは導入した官能基(例えば、カルボキシル基、水酸基等)と反応し得る反応性基(例えば、アミノ基等)を少なくとも有する有機高分子重合体を反応させて、カーボンブラック微粒子の粒子表

面に有機高分子重合体をグラフトさせる処理等が挙げられる。かかるグラフト処理カーボンブラック微粒子の粒子表面にグラフトした重合体が、塗料のバインダー樹脂と反応し得る反応性基をさらに有するものであればより好ましい結果が得られる。当該第2導電層の厚みは、通常20~120 μ m程度、好ましくは40~80 μ m程度である。

【0017】電極4の大きさや形状は特に制限されないが、円形または多角形等が好ましく、その面積は1cm²を越えないようにするのが電流集中防止の観点から好ましい。隔壁6によって区画される各要素10において、概ね電極4の面積がそのまま電極上に配置される電解質層5の上面（生体外皮への接触面）の面積となるので、電極4の面積を1cm²を未満にすることで、生体外皮への個々の要素の接触面積を1cm²未満となる。また、電極を多角形とする場合、対角線長さが1~10mmの正方形または正六角形にするのが好ましく、対角線長さが1~10mmの正方形または正六角形であれば、加工性及び取り扱い性に優れ、電流集中の防止効果が極めて良好となる。

【0018】電極4は、良好な導電性を得るために、銀含有層または銀・塩化銀含有層等で構成するのが好ましい。銀含有層、銀・塩化銀含有層は、作業性及び導電性の観点から、それぞれ、銀粉とバインダー樹脂を含有する塗料の塗膜層、銀粉と塩化銀粉とバインダー樹脂を含有する塗料の塗膜層で形成するのが好ましい。ここでのバインダー樹脂としては、例えば、フェノール樹脂、ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、アクリル樹脂等が挙げられる。銀塗料の具体例としては例えば藤倉化成（株）製ドータイトF A-353が挙げられ、銀・塩化銀塗料の具体例としては例えば藤倉化成（株）製ドータイトX A-450が挙げられる。また、銀含有層は銀メッキ層、銀・塩化銀含有層は銀メッキ層を食塩水中で電解してなる銀・塩化銀層を用いてもよい。また、長期間安定した通電が行えるようにこれら銀含有層、銀・塩化銀含有層の下層にカーボン層を設けてもよく、当該カーボン層は、通常、カーボン微粒子とバインダー樹脂を含む塗料の塗膜層によって形成される。ここでのバインダー樹脂としては、例えば、フェノール樹脂、ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、アクリル樹脂等が挙げられる。カーボン塗料の具体例としては例えば藤倉化成（株）製ドータイトFC-415、（株）タムラ製作所製カーボン導電塗料MRX-713J等が挙げられる。

【0019】電極構造体を正極用として使用する場合には、電極4は銀含有層とするのが好ましく、負極用として使用する場合には、電極4は銀・塩化銀含有層とするのが好ましい。また、かかる銀・塩化銀含有層は、銀粉、塩化銀粉およびバインダー樹脂からなる塗料の塗膜層、または、高抵抗な第2導電層上に銀メッキ層を形成し、該銀メッキ層を食塩水中で電解して銀・塩化銀層と

したもののが好ましい。

【0020】本発明において、電極4の厚みは特に制限されないが、一般に10~100 μ mの範囲好ましくは20~50 μ mの範囲から選択される。なお、銀含有層および銀・塩化銀含有層の厚さは、それぞれイオントフォレーシスの通電電荷量から計算されるAg→AgClまたはAgCl→Agの変化量以上の付着量とする。

【0021】本発明において、電極4上に電解質層5が配置されてなる要素10の大きさ及び数は特に限定されず、対象とする生体や生体における電極構造体の配置箇所等に応じて適宜選択されるが、全ての要素10の上面（生体外皮への接触面）の合計面積が、通常2~400cm²、好適には4~200cm²とするのがよい。また、要素10の数は10個以上であるのが好ましく、その数が多ければ多いほど、それだけ電流密度を均一化できる。

【0022】電極4上に配置された電解質層5は、電解質溶液が当該溶液を保持し得る材料に保持されてなる層である。ここで電解質溶液としては、イオン解離する薬剤水溶液や生理食塩水が使用される。当該電解質層は、通常、電解質溶液を吸水紙等の紙目、ガーゼ等の布目、脱脂綿等の繊維目、またはスポンジ等に含浸保持させて設ける態様、または、電解質溶液にゲル材を添加してゲル化させ、得られた電解質溶液のゲルを電極上に層状に設ける態様で構成される。電解質溶液の保持性、製造時の作業性等の点から電解質溶液のゲルを層状に設ける態様とするのが好ましく、ゲル材としては、例えば、澱粉、カラヤガム、トラガントガム、キサンタンガム等の天然物多糖類；ポリビニルアルコール部分ケン化物、ポリビニルホルマール、ポリビニルメチルエーテルおよびそのコポリマー、ポリビニルピロリドン、ポリビニルメタクリレート等のビニル系樹脂；ポリアクリル酸エステル部分ケン化物、ポリ（アクリル酸-アクリルアミド）等のアクリル系樹脂等の親水性を有する各種天然物多糖類または合成樹脂類が挙げられる。また、ゲルは水および/またはポリエチレングリコール、グリセリン等のアルコールを添加して柔軟可塑化して、自己保形性、皮膚接触性を有するものとするのが好ましい。電解質層5の厚さは、通常1~10mm程度、好ましくは2~5mm程度である。

【0023】本発明の電極構造体をイオントフォレーシスに使用する場合、使用する薬剤が水溶液中で存在するイオン形態に従って、薬剤水溶液を正極用または負極用のいずれかの電極構造体の電解質層5に含有させる。例えば、薬剤が水溶液中で陽イオンの形態で存在する場合、正極用の電極構造体の電解質層に含有される電解質溶液として使用し、薬剤が水溶液中で陰イオンの形態で存在する場合、負極用の電極構造体の電解質層に含有される電解質溶液として使用する。それぞれの場合において他方の電極構造体の電解質層に含有される電解質溶液

として生理食塩水を使用する。

【0024】隔壁6は、絶縁性材料であれば特に限定されないが、本発明の電極構造体を皮膚に貼付することを考慮すると、柔軟性を有する絶縁性材料が好ましい。柔軟性の絶縁性材料としては、例えば、軟質のシリコーン樹脂、スチレン系熱可塑性エラストマー、オレフィン系熱可塑性エラストマー、プロピレン系共重合軟質樹脂等が挙げられ、中でも適度な柔軟性の点からスチレン系熱可塑性エラストマーが好ましい。スチレン系熱可塑性エラストマーとして、例えば、三菱化学（株）製のラバロンSJ-4400が挙げられる。また、絶縁性基材1と同じ材料を使用してもよい。

【0025】隔壁6を設ける方法やその形状も特に制限されないが、各要素10の電極4の側面形状に密着できる形状を有することが好ましく、例えば、図1(a)に示すように、電極4の外周形状が四角形で、縦方向および横方向に整列して配置されている場合、隔壁6は各電極4の側面にそれぞれ密着するような井桁状の成形物であることが好ましい。また、電極4の外周形状が正六角形である場合は、ハニカム形状の成形物であるのが好ましい。隔壁6は所望の形状に成形されたものを、接着剤を介して第2導電層3上に配置する。

【0026】通常、第2導電層3上に複数の電極4を互いに離間して設けた後、第2導電層3上の電極間に電極の高さよりも高い高さの隔壁6の成形物を接着剤を介して配置し、この後、電極の周囲を囲む隔壁6によって形成された電極上の空間内に電解質層用の材料を充填することで電解質層5を形成する。図1(b)に示すように、各要素10の電極4の側面に隔壁6が完全に密着しているのが好ましい（寸法設計上）が、隔壁6が電極4の側面に必ずしも完全に密着せず、隔壁6と電極4の間に若干の隙間が形成され、当該隙間に電解質層用の材料が浸入したり、当該隙間が隙間のままで残される場合が生じる。しかし、各要素10毎に電極4上に電解質層5が配置され、隔壁6によって隣り合う要素10間の電気的絶縁が成されていれば、使用上、問題はない。

【0027】隔壁6の高さは1~10mm程度が好ましく、特に好ましくは2~5mmである。また隔壁の厚みは、使用する材質によっても異なるが通常0.03mm以上、好ましくは0.1~1mmである。

【0028】図2は本発明の電極構造体の使用状態を示す図である。電源40には、目的に応じて種々の電源を用いることができ、例えば直流定電流電源、パルス電流電源、高周波電源等が使用される。各要素10は電気的に絶縁されているので、電源40からの電流は各要素10毎に個別に流れる。皮膚抵抗の1/5倍~5倍の抵抗値を有する第2導電層を有することによって、各要素10の電極4が電流制限用抵抗20を介して電源40に接続された等価回路を形成し、各要素10に流れる電流の電流密度が均一化される。

【0029】

【実施例】以下、本発明を実施例及び比較例を用いて具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。なお、以下の実施例における「ヒトの皮膚抵抗」は下記の方法で測定した値である。図3に示す装置を用い、正極と負極の電極構造体（双方とも皮膚への接触面積は4cm²）の間隔を3cmにして、これらを皮膚に接触させてI=0.4mAの定電流通電を行い、5分後の電極間電圧Vを測定し、皮膚抵抗(R_{sk}) = {1/2 (V×S)} / I (式中、Sは電解質層の接触面積)の式により算出した。正極は銀箔(2cm□、厚み30μm)からなる単板電極21に、厚さ約2mmの脱脂綿に0.9%生理食塩水を含浸させてなる電解質層23aを積層したものであり、陰極は銀箔(2cm□、厚み30μm)からなる単板電極21上に塩化銀層(約5ミクロン)22を形成し、これに厚さ約2mmの脱脂綿に0.9%生理食塩水を含浸させてなる電解質層23bを積層したものである。

【0030】(実施例1)図1に示す16個の要素10を有する正極用の電極構造体及び負極用の電極構造体を以下の工程により作製した。厚さ50μmのポリエステルフィルムの全面に銀ペースト(藤倉化成製、FA-353)をアプリケーション塗工により乾燥厚みが10μmとなるように塗工して第1導電層を形成した。この第1導電層のシート抵抗値は0.1Ω/□であった。なお、ここのシート抵抗値はこの第1導電層を幅2mm×長さ20mmの試料に裁断し、テスターの検針を試料の両端に当てて抵抗値Rを測定し、シート抵抗(R_s) = R / 10により算出して求めた。

【0031】次に、ポリエステル系の絶縁ペースト(藤倉化成製、XB-101G)に、抵抗調整材として、重合体を粒子表面にグラフト処理した変性カーボンブラック(御国色素製、MH1ブラック#5978)をカーボン固形分量で45重量%添加し、均一になるまで攪拌してから、これを前記銀ペーストからなる第1導電層上に乾燥厚みが50μmとなるようにアプリケーション塗工して第2導電層を形成した。なお、この第2導電層の抵抗値は20kΩ/cm²であった。ここの抵抗値は第2導電層を1cm□の試料に切り出し、上下両面に導電塗料(銀ペースト(藤倉化成製:FA-353))を塗布(厚み10μm)して電極として、上下両面間の抵抗を測定した。

【0032】次に、正極用の電極構造体では、前記第2導電層上に、銀ペースト(藤倉化成製 FA-353)をスクリーン印刷して、寸法が3.5mm□(縦3.5mm×横3.5mm)、厚みが30μmの正極用の電極(銀含有層)を16個、1.5mmの間隔を空けてマトリクスに並べて形成した。一方、負極用の電極構造体では、前記第2導電層上に銀・塩化銀ペースト(藤倉化成製 XA-450)をスクリーン印刷して、寸法が3.

5mm□(縦3.5mm×横3.5mm)、厚みが30μmの負極用の電極(銀・塩化銀含有層)を16個、1.5mmの間隔を空けてマトリクスに並べて形成した。

【0033】次に、井桁状の隔壁(隔壁の幅1mm、高さ4mm、ピッチ5mm)をスチレン系の熱可塑性エラストマー(三菱化学製 ラバロン SJ-450)で成形し、これを第2導電層上の電極間の隙間に嵌め込み、エポキシ樹脂で接着した。

【0034】正極用の電極構造体では、4重量%塩酸リドカイン水溶液にα化澱粉(日澱化学製、アミコールK)を10重量%添加してなるゲルを、各電極上の隔壁で囲まれることによって形成された空間内に充填して電解質層を形成し、負極用の電極構造体では、0.9重量%生理食塩水にα化澱粉(日澱化学製、アミコールK)を10重量%添加してなるゲルを各電極上の隔壁で囲まれることによって形成された空間内に充填して、正極用及び負極用の電極構造体をそれぞれ完成させた。

【0035】図2に示すように、得られた正極用と負極用の電極構造体を、約20mmの間隔を開けて成人男性の左前腕部(皮膚抵抗:約15kΩ/cm²)にそれぞれ貼付し、直流定電流2mAで10分間通電した。その結果、通電中はチクチク刺すような痛みを感じることなく、通電後の麻酔効果が十分に認められた。また、通電後の皮膚には水泡も認められなかった。

【0036】(比較例1)前記図3に示した装置において、負極用の電極構造体の電解質層23bはそのまま、正極用の電極構造体の電解質層23aを4重量%塩酸リドカイン水溶液を厚さ約2mmの脱脂綿に含ませたものに換えて、正極用と負極用の電極構造体を、約20mmの間隔を開けて成人男性の左前腕部(皮膚抵抗:約15kΩ/cm²)にそれぞれ貼付し、直流定電流2mAで10分間通電した。その結果、通電後の麻酔効果は十分に認められたが、通電中はチクチク刺すような痛みを感じた。また、通電後の皮膚に約2mmφの水泡が認められた。

【0037】

【発明の効果】以上の説明により明らかなように、本発明の電極構造体によれば、電極上に電解質層が配置されてなる要素を複数有し、かつ、これら複数の要素が隔壁によって互いに絶縁されているので、電極間のみならず電解質層間も導通せず横方向(皮膚表面に対する水平方向)への電流の拡散が確実に防止される。しかも、電源からの電流は皮膚抵抗の1/5倍~5倍の抵抗値を有する高抵抗な導電層を通して各要素に流れるように構成されているので、皮膚の抵抗の低い領域に接触する要素へ電流が集中的に流れようとしても、上記高抵抗な導電層が電流制限用の抵抗として機能し、特定の要素にのみ電流が集中的に曲がれるのが阻止される。よって、各要素には路同一の電流密度で電流が安定して流れこととなり、電流集中による皮膚組織の破壊や通電刺激の発生を防止できる。また、各要素(分割した個々の電極)毎に電源手段を個別に設ける必要がないので、イオントフォレーシス用の装置を簡素化でき、しかも、通電方式が制限されない、という利点も得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電極構造体の一例を示す図で、図1(a)は平面図、図1(b)は図1(a)のX-X'断面図である。

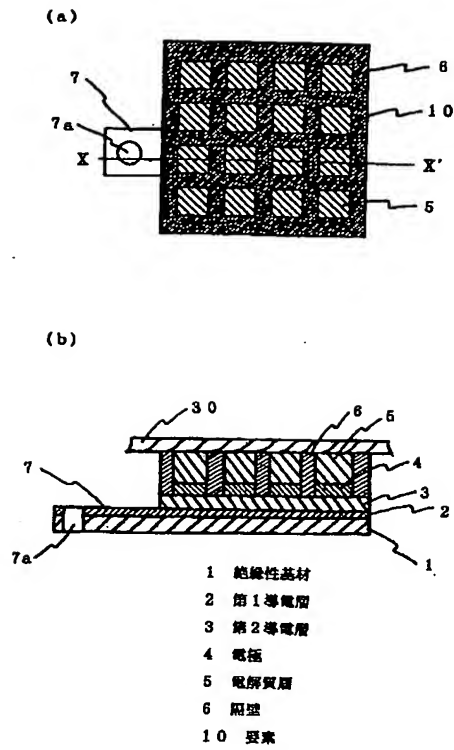
【図2】本発明の電極構造体の使用状態を示す模式図である。

【図3】皮膚抵抗の測定及び比較例で使用したイオントフォレーシス用の装置(従来の単板構造の電極を用いた電極構造体を有する装置)の使用状態を示す模式図である。

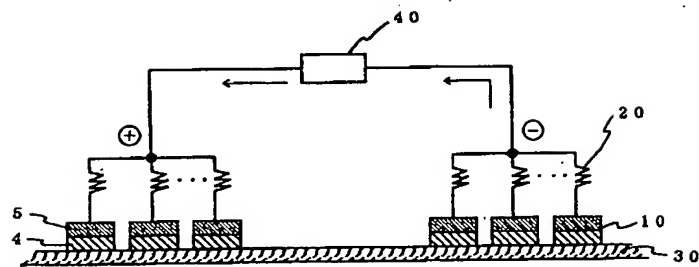
【符号の説明】

- 1 絶縁性基材
- 2 第1導電層
- 3 第2導電層
- 4 電極
- 5 電解質層
- 6 隔壁
- 10 要素

【図1】



【図2】



【図3】

